 © Авторы статьи / Authors of the article

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.6 EDN: EELXSM

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА SDS-СЕДИМЕНТАЦИИ В ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ (*TRITICUM AESTIVUM*) В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Научная статья

Барышева Н.В.[1,] *, Котлячкова В.О.[2], Борадулина В.А.[3]
[1] ORCID : 0009-0001-4753-1939;
[1, 2, 3] Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (barysheva.63[at]mail.ru)

Предложена: 22.09.2026; Принята: 29.09.2026; Опубликована: 19.11.2026

Аннотация

Целью исследования являлось изучение показателя SDS-седиментации образцов пшеницы мягкой озимой, определение его изменчивости, взаимосвязи с другими признаками качества для возможности применения метода в экспресс-оценке качества зерна в условиях Алтайского края. В исследование включены сортообразцы мягкой озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ) урожая 2020 и 2021 годов, в количестве 30 и 33 соответственно. Материал высевали на стационаре лаборатории селекции зернофуражных культур Алтайского НИИСХ, расположенного в Приобской лесостепи Алтайского края.

В результате исследования выявлены различия образцов по показателю SDS-седиментации. Признак варьировал от 39,0 до 58,5 мл у образцов урожая 2020 г., и от 36,5 до 56,5 мл урожая 2021 г. Доля фактора «генотип» в изменчивости показателя седиментации составила 61,7%, вклад фактора «год» был статистически незначимым, тогда как взаимодействия этих факторов обусловило 36,5% варьирования признака. Показатель SDS-седиментации связан в разной степени с характеристиками качества зерна: показателем ИДК (r=-0,48 в 2020 г.,r= -0,51 в 2021 г.), содержанием белка в зерне (r=0,52, r=0,58), с количеством клейковины в зерне (r=0,35, r=0,52), объемом хлеба (r=0,56, r=0,45). Наибольшие средние значения показателя SDS-седиментации выявлены у образцов: Лютесценс 215 (55 мл), Эритроспермум 158 (54 мл), Лютесценс 23 (54 мл), Лютесценс 83/5 (54 мл). Лютесценс 176др (51 мл).

Эритроспермум 158 и Лютесценс 83/5 проходили государственное испытание в качестве сортов Северянка (патент №13989 от 30 июня 2025 г.) и Октябрина (патент №13725 от 29 мая 2020 г.) соответственно. Лютенсценс 23 принят на государственное испытание в 2026 году в качестве сорта АОП Метелица. Полученные данные свидетельствует о возможности применения показателя SDS-седиментации в экспресс-оценке качества озимой мягкой пшеницы.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, селекция, SDS-седиментация, качество, сила клейковины, белок, ИДК, корреляция.

THE USE OF THE SDS SEDIMENTATION METHOD IN THE RAPID ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SOFT WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM*) IN ALTAI KRAI

Research article

Barysheva N.V.[1,] *, Kotlyachkova V.O.[2], Boradulina V.A.[3]
[1] ORCID : 0009-0001-4753-1939;
[1, 2, 3] Federal Altai Scientific Centre of Agro-Bio-Tecnologies, Barnaul, Russian Federation

* Corresponding author (barysheva.63[at]mail.ru)

Suggested: 22.09.2026; Accepted: 29.09.2026; Published: 19.11.2026

Abstract

The aim of the study was to examine the SDS sedimentation rate of soft winter wheat samples, to determine its variability and its relationship with other quality traits, with a view to applying the method for the rapid assessment of grain quality the Altai Krai. The study included variety samples of soft winter wheat (Triticum aestivum L.) from the competitive variety trial (CVT) plant nursery for the 2020 and 2021 harvests, numbering 30 and 33 respectively. The material was sown at the field station of the Altai Agricultural Research Institute's laboratory for the breeding of cereal and fodder crops, located in the Ob River region forest-steppe of Altai Krai.

The research showed differences between samples in terms of the SDS sedimentation rate. This parameter ranged from 39.0 to 58.5 ml for samples from the 2020 harvest, and from 36.5 to 56.5 ml for the 2021 harvest. The 'genotype' factor accounted for 61.7% of the variation in the sedimentation rate; the contribution of the 'year' factor was statistically insignificant, while the interaction between these factors accounted for 36.5% of the variation in the trait. The SDS sedimentation index is correlated to varying degrees with grain quality characteristics: the IDK index (r = −0.48 in 2020, r = −0.51 in 2021), protein content in the grain (r = 0.52, r = 0.58), the gluten content in the grain (r = 0.35, r = 0.52), and the bread volume (r = 0.56, r = 0.45). The highest mean values of the SDS sedimentation rate were found in the following samples: Lutescens 215 (55 ml), Erythrospermum 158 (54 ml), Lutescens 23 (54 ml), Lutescens 83/5 (54 ml) and Lutescens 176dr (51 ml).

 © Авторы статьи / Authors of the article

Erythrospermum 158 and Lutescens 83/5 underwent state trials as the varieties Severyanka (patent No. 13989 of 30 June 2025) and Oktyabrina (patent No. 13725 of 29 May 2020), respectively. Lutescens 23 was accepted for state trials in 2026 as the AOP Metelitsa variety. The obtained data indicate that the SDS sedimentation index can be used for the rapid assessment of the quality of winter soft wheat.

Keywords: soft winter wheat, selection, SDS sedimentation, quality, gluten strength, protein, FDM, correlation.

Введение

Пшеница — главная зерновая культура России. Ее доля в общем урожае зерновых составляет 63% [1]. Россия является одним из ведущих экспортеров пшеницы в мире. В производстве зерна большую часть обеспечивает озимая мягкая пшеница, доля посевов которой растет относительно яровой мягкой пшеницы. С 2008 года многократно увеличились посевные площади озимой пшеницы в Алтайском крае, достигая в отдельные годы 170 тыс. га. Из-за жестких условий перезимовки в Алтайском крае распространение озимой пшеницы получило лишь в отдельных районах лесостепи предгорий Салаира, в предгорье Алтая, Бийско-Чумышской возвышенности, характеризующихся в зимнее время равномерным и высоким снежным покровом. В этих районах в отдельных хозяйствах площади посева озимой пшеницы либо приближаются к площади, занятой яровой пшеницей, либо превосходят ее. Ряд хозяйств строят свою экономику только на возделывании озимой пшеницы [2].

Наличие сортов, соответствующих погодно-климатическим условиям зоны возделывания, является существенным фактором для продвижения озимой пшеницы в регионе. В 2026 г. в Государственный реестр сортов, допущенных к возделыванию озимой пшеницы в 10 регионе, к которому относится Алтайский край, внесено 29 сортов пшеницы мягкой озимой. Однако сортов, имеющих высокие показатели качества, немного. Из 29 только один сорт — Мироновская 808 (возделывается с 1963 г.) относится к сильной пшенице и шесть — ценные сорта (Бодрый, Саратовская 90, Скипетр, Волжская К, Льговская, Памяти Чекурова). Улучшение признаков качества является весьма актуальной задачей селекции озимой пшеницы.

Наиболее важным показателем хлебопекарных показателей пшеницы является «сила» муки, под которой понимают способность муки образовывать тесто, обладающее после замеса, в ходе брожения и расстойки определенными реологическими (структурно-механическими) свойствами, где решающую роль оказывает клейковина, ее количество и свойства (качество). Содержание клейковины можно определить в короткие сроки, используя различной модификации инфракрасные анализаторы — анализ образца длится 1,5-2 мин. и не требует размола зерна. Тогда как для определения показателя качества клейковины — ИДК (индекс деформации клейковины) и реологических свойств теста, таких как упругость теста, растяжимость, водопоглотительная способность муки нужно время, их проводят после отлежки зерна, его размола и отлежки муки. Временные рамки от сбора урожая до посева озимой пшеницы не позволяют это сделать, так на проведение необходимых анализов отводится около месяца. Поэтому оценка селекционного материала должна проводиться оперативными методами [3]. Одним из таких методов определения качества клейковины является методом SDS-седиментации, разработанный E. E. McDermott и D. G. Redman [4]. Этот метод с использованием додецилсульфата натрия основан на способности белков эндосперма набухать в слабых растворах органических кислот, и чем выше эта способность у образца, тем выше качество клейковины. Особенностями метода являются простота, высокая производительность, небольшой набор химических реагентов, малая навеска образца, высокая точность. Данные особенности определяют доступность и возможность использования метода на ранних этапах селекционного процесса. Установлена сопряженность величины седиментационного осадка с другими признаками качества клейковины и зерна — ИДК, параметрами фариограммы и миксограммы теста, прочностью макарон, стекловидностью и натурой зерна [5], [6]. Метод SDS-седиментации, адаптированный J. S. Quick и B. J. Donally для оценки твердой пшеницы и разработанные микромодификации метода (1 г зерна) показали эффективность в селекции по качеству клейковины. С конца 20 столетия этот метод стал неотъемлемой частью системы оценки селекционного материала твердой пшеницы в мире [7], [8], [9], [10], [11]. В ряде селекционных учреждений юга России, где озимая мягкая пшеница является основной культурой, эффективно используют метод SDS-седиментации как экспресс-метод для оценки качества клейковины. В научных работах отмечают информативность, слабую чувствительность к изменениям условий внешней среды и результативность метода в селекции озимой мягкой пшеницы [12], [13], [14].

Целью исследования являлось изучение показателя SDS-седиментации селекционных образцов пшеницы мягкой озимой, определение его изменчивости, взаимосвязи с другими признаками качества для возможности применения метода в экспресс-оценке качества зерна в условиях Алтайского края.

Материалы и методы исследования

В исследование включены сортообразцы мягкой озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ) урожая 2020 и 2021 годов, в количестве 30 и 33 соответственно. Материал высевали на стационаре лаборатории селекции зернофуражных культур Алтайского НИИСХ, расположенного в Приобской лесостепи Алтайского края. В 2020 году исследовано 30 сортообразцов: Лютесценс 3052/1, Лютесценс 3052/2, Дигаплоид 102, Дигаплоид 175, Лютесценс 176дг, Лютесценс 225, Лютесценс 224, Лютесценс 3053, Лютесценс 48, Лютесценс 83/5, Жатва Алтая, Лютесценс 215, Лютесценс 159, Лютесценс 167, Скипетр, Дигаплоид 104, Лютесценс 23, Лютесценс 174дг, Дигаплоид 144, Дигаплоид 122, Льговская 4, Зимушка, Дигаплоид 137, Дигаплоид 179, Эритроспермум 156, Эритроспермум 158, Еланская, Эритроспермум 164, Эритроспермум 166, Эритроспермум 1126/13. В 2021 году анализировали 33 сортообразца: гибрид Альбидум 60 х Лютесценс 3053/1, Лютесценс 1895/19, Лютесценс 83/5/2, Лютесценс 83/5, Лютесценс 215, Дигаплоид 102, Дигаплоид 144, Дигаплоид 171а, Лютесценс 176дг, Дигаплоид 179, Эритроспермум 152, Лютесценс 23, Эритроспермум 158, Дигаплоид 175, Скипетр, Дигаплоид 137, Новосибирская 40, Зимушка, Лютесценс 3053, Лютесценс 425/18, Лютесценс 484/18, Лютесценс 367/18, Лютесценс

 © Авторы статьи / Authors of the article

208/18, Лютесценс 522/18, Лютеценс 221/18, Лютесценс 207/18, Лютесценс 520, Лютесценс 527/18, Лютесценс 206/18, Лютесценс 83/5/1, Степь, Лютесценс 236/19, Льговская 4.

Посев и уборка материала проводились, в оптимальные для культуры сроки. Условия вегетаций незначительно отличались между собой и в целом были типичны для данной почвенно-климатической зоны.

В исследовании использовали микрометод SDS-седиментации, описанный Бебякиным В.М. с соавторами в 1987г. [8]. Силу клейковины образцов в соответствии с величиной седиментационного осадка проводили по следующей шкале: очень сильная — 66 и более мл, сильная — 65–55 мл, средняя — 54–45 мл, удовлетворительная — 44–40 мл и слабая — 39 мл и ниже. Содержание белка и клейковины в зерне определяли на инфракрасном анализаторе Инфралюм ФТ-10, показатель ИДК (индекс деформации клейковины) на приборе ИДК-3М, хлебопекарную оценку образцов проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Основные результаты и их обсуждение

Средний показатель SDS-седиментации образцов в 2020 году составил 47 мл и варьировал от 39 до 59 мл. Различия между генотипами были статистически значимыми, что подтверждено однофакторным дисперсионным анализом. Наименьшая существенная разница показателя (НСР) составила 1 мл. Согласно дифференцированной шкале градаций качества зерна озимой мягкой пшеницы по SDS-седиментации, очень сильная клейковина не обнаружена ни у одного из изученных образцов, сильная найдена у 3 (10%) образцов — Дигаплоид 102, Лютесценс 225 и Жатва Алтая, 18 (60%) образцов имели клейковину среднюю по качеству, удовлетворительную 7 (23%) образцов, а 2 (7%) имели слабую клейковину.

У образцов урожая 2021г среднее значение осадка было 47 мл, показатели изменялись в пределах 37–57 мл. Генотипическое разнообразие образцов по изучаемому признаку подтверждено однофакторным анализом. НСР составила 2 мл. В этих условиях также отсутствовали образцы с очень сильной клейковиной. Сильную клейковину сформировали три образца — Лютесценс 215, Эритроспермум 158 и Лютесценс 520 (9%), средней силы 21 (64%) образца, удовлетворительными показателями силы обладали 5 (15%) образцов, слабой клейковиной — 4 (12%).

Двенадцать образцов изучались в оба года исследований (таблица 1). Средние величины седиментационного осадка у данных образцов в оба года изучения были идентичны и составили 48 мл, величины показателя изменялись от 40 до 53 мл в 2020 г. и от 39 до 57 мл в 2021 г. Наибольшие средние значения признака наблюдались у образцов: Лютесценс 215 (55 мл), Лютесценс 23 (54 мл), Эритроспермум 158 (54 мл), Лютесценс 83/5 (54 мл).

Таблица 1 - Показатели SDS-седиментации образцов мягкой озимой пшеницы

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.6.1

Сортообразец	Показатель SDS-седиментации, мл		
	2020 год	2021 год	Среднее
Дигаплоид 175	48	39	44
Лютесценс 23	53	54	54
Лютесценс 176дг	53	49	51
Лютесценс 3053	42	49	45
Лютесценс 83/5	53	54	54
Лютесцнес 215	52	57	55
Скипетр	46	48	47
Дигаплоид 144	43	39	41
Льговская 4	50	44	47
Зимушка	49	45	47
Дигаплоид 179	40	45	43
Эритроспермум 158	53	55	54
$НСР_{05}$	1	2	–

 © Авторы статьи / Authors of the article

Двухлетнее изучения позволило оценить влияние генотипов и условий вегетаций на изменчивость показателя SDS-седиментации. Двухфакторный дисперсионный анализ данных выявил статистически достоверные различия в варьировании показателей седиментации в зависимости от генотипа и генотип-средового взаимодействия. Влияние условий вегетации не установлено, что может быть связано со схожестью погодных условий в годы изучения. Доля в изменчивости показателей седиментации фактора «генотип» составила 61,7%, взаимодействие факторов — 36,5%, вклад случайных факторов равен 1,8% (рис. 1).

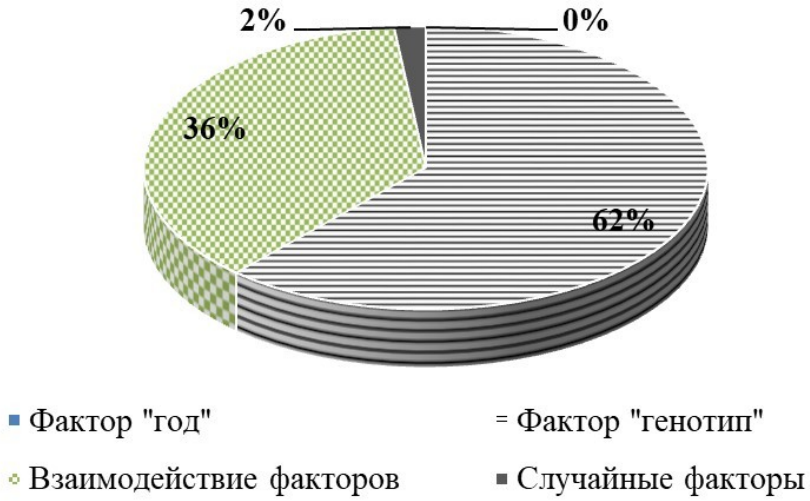


Рисунок 1 - Влияние факторов на показатели SDS-седиментации
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.6.2

Генетическую обусловленность изучаемого признака и его стабильность в разных погодных условиях отмечают в исследованиях твердой пшеницы, что сделало данный метод неотъемлемой частью оценки селекционного материала данной культуры [6], [9], [15]. В нашем исследовании также обнаружена наибольшая детерминированность показателя SDS-седиментации фактором «генотип», что благоприятно для проведения отбора. Однако, несмотря на схожесть условий и одинаковый средний показатель в оба года изучения, более трети в изменчивость признака вносит взаимодействие факторов «генотип» и «год». Это объясняется наличием «нестабильных» образцов, таких как Дигаплоид 175, Лютесценс 3053, Льговская 4, у которых разница по годам составила более 5 мл. Это обстоятельство следует учитывать при отборе, выявляя образцы, стабильно формирующие высокие показатели SDS-седиментации. В данном исследовании таковыми были: Лютесценс 179др; Лютесценс 83/5; Лютесценс 215, Эритроспермум 158, Лютесценс 23.

С целью изучения сопряженности показателя SDS-седиментации с другими показателями качества зерна нами был проведен корреляционный анализ по Пирсону. Характеристики качества, включенные в анализ, и его результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Коэффициенты корреляции показателей SDS-седиментации с признаками качества

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2026.75.6.3

Признак качества	Коэффициент корреляции (r)	
	2020 г.	2021 г.
Индекс деформации клейковины (ИДК)	-0,48	-0,51
Содержание белка	0,52	0,48
Содержание клейковины в зерне	0,35	0,52
Содержание клейковины в муке	0,35	0,23
Объем хлеба	0,56	0,45
Критический коэффициент корреляции	0,35	0,33

 © Авторы статьи / Authors of the article

Индекс деформации клейковины (ИДК) является основным критерием оценки качества клейковины в РФ. В 2020 году показатель ИДК у изучаемых образцов изменялся от 72 до 92 ед., а в 2021 году от 61 до 88 ед. В 2020 г. клейковину I группы (хорошая) сформировали 7 образцов (23%), остальные 23 образца были отнесены ко II группе качества клейковины — удовлетворительно слабая. В 2021 году к I группе качества были отнесены 18 (55%) образцов. Сопряжённость показателя SDS-седиментации с ИДК была стабильно достоверная (r=-0,48 и r=-0,51).

Данные корреляционной связи показателей белка, клейковины и седиментации, представленные в литературе, неоднозначны [5], [6], [9]. Для данного исследования коэффициенты корреляции седиментации с количественными характеристиками были достоверно положительными средней силы: с белком 0,52 и 0,48, с клейковиной в зерне 0,35 и 0,52 в 2020 и 2021 гг. соответственно.

Анализ корреляционных зависимостей выявил наличие достоверной положительной связи SDS-седиментации с объемом хлеба. Коэффициент корреляции составил 0,56 в 2020 году и 0,45 в 2021 году. В оценке качества мягкой озимой пшеницы данный показатель является одним из ключевых, так как основная сфера применения данного вида пшеницы — хлеб и хлебобулочные изделия.

Заключение

Выявлены генотипические различия образцов по показателю SDS-седиментации. Признак варьировал от 36,5 до 58,5 мл в зависимости от условий.

Доля фактора «генотип» в изменчивости показателя седиментации составила 61,7%, вклад фактора «год» был статистически незначимым, взаимодействие факторов обусловило 36,5% варьирования признака.

Показатель SDS-седиментации связан стабильно достоверно независимо от условий с характеристиками качества зерна — показателем ИДК (r = -0,48 – -0,51), содержанием белка в зерне (r = 0,52 – 0,48), с количеством клейковины в зерне (r = 0,35 – 0,50), с объемом хлеба (r = 0,56 – 0,45).

Показатель SDS-седиментации отражает количество и качество клейковины и может быть использован в экспресс-оценке качества зерна пшеницы мягкой озимой в условиях Алтайского края.

Наибольшие средние значения показателя SDS-седиментации выявлены у образцов: Лютесценс 215 (55 мл), Лютесценс 176др (51 мл), Эритроспермум 158 (54 мл), Лютесценс 23 (53 мл), Лютесценс 83/5 (53 мл).

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания ВГБНУ ФАНЦА (регистрационный номер НИОКТР 124100300187-9).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The work was carried out within the framework of the state assignment Federal Altai Scientific Centre of Agro-Bio-Technologies (registration number: 124100300187-9).

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Агапкин А.М. К вопросу о состоянии российского зернового рынка / А.М. Агапкин, И.А. Махотина // Международная торговля и торговая политика. — Москва : Наука, 2021. — Т. 7. — № 3(27). — С. 133–148.

2. Борадулина В.А. Возможности успешного возделывания озимой пшеницы на Алтае / В.А. Борадулина, Г.М. Мусалитин. — СПб. : Азбука, 2020. — С. 24–30.

3. Копусь М.М. Экспресс-методы оценки селекционного материала пшеницы по качеству зерна / М.М. Копусь, В.П. Нецветаев, Е.М. Копусь // НТП: земледелие и растениеводство. — 2010. — № 1. — С. 19–22.

4. McDermott E.E. Small-scale tests of breadmaking quality / E.E. McDermott, D.G. Redman // Flour Milling and Baking Research Association. — 1977. — Vol. 6. — P. 200–213.

5. Васильчук Н.С. Оценка прочности клейковины в процессе селекции твердой пшеницы (*T. durum Desf.*) / Н.С. Васильчук, С.Н. Гапонов, Л.В. Ерёменко и др. // Аграрный вестник Юго-Востока. — 2009. — № 3. — С. 34–40.

6. Лещенко М.А. Взаимосвязь показателя SDS-седиментации с основными признаками качества зерна мягкой озимой пшеницы / М.А. Лещенко // Достижения науки и техники АПК. — Москва : Колос, 2015. — № 1. — С. 20–23.

7. Quick J.S. A rapid test for estimating durum wheat gluten quality / J.S. Quick, B.J. Donnelly // Crop Science. — 1980. — Vol. 20. — P. 816–818.

8. Бебякин В.М. Эффективность ДСН-седиментационной и миксографической оценок при тестировании качества зерна яровой твердой пшеницы / В.М. Бебякин, М.В. Бунтина, Н.С. Васильчук // Вестник сельскохозяйственной науки. — 1987. — № 7(370). — С. 65–71.

9. Розова М.А. Оценка генофона яровой твердой пшеницы по показателю SDS-седиментации / М.А. Розова, Н.В. Барышева, А.И. Зиборов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. — 2022. — Т. 36. — № 6. — С. 17–23. — DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_17.

10. Самофалова Н.Е. Использование метода SDS-седиментации в оценке исходного материала твердой озимой пшеницы на качество / Н.Е. Самофалова, М.А. Лещенко, А.П. Самофалов и др. // Зерновое хозяйство России. — СПб. : ВИР, 2014. — № 4. — С. 25–31.

 © Авторы статьи / Authors of the article

11. Мальчиков П.Н. Адекватность оценки качества клейковины твердой пшеницы в соответствии с параметрами, регламентированными ГОСТом / П.Н. Мальчиков, Е.Н. Шаболкина, М.Г. Мясникова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2019. — № 2(30). — С. 118–124.

12. Кулеватова Т.Б. Оценка качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы методом седиментации / Т.Б. Кулеватова, Г.А. Бекетова, Л.Н. Злобина [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. — 2024. — № 4(52). — С. 163–170. — DOI: 10.24412/2309-348X-2024-4-163-170.

13. Дремучева Г.Ф. Реальная информативность методов оценки хлебопекарных свойств пшеничной муки / Г.Ф. Дремучева // Хлебопечение России. — Санкт-Петербург : ВИР, 2012. — № 5. — С. 18–21.

14. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна. — Ростов-на-Дону : Книга, 2014. — 32 с.

15. Cecchini C. Assessing the rheological properties of durum wheat semolina: A review / C. Cecchini, A. Bresciani, P. Menesatti [et al.] // Foods. — 2021. — Vol. 10. — № 12. — Art. 2947. — DOI: 10.3390/foods10122947.

16. Morris C.F. A critical examination of the sodium dodecyl sulfate (SDS) sedimentation test for wheat meals / C.F. Morris, B. Paszczynska, A.D. Bettge [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2007. — Vol. 87. — P. 607–615. — DOI: 10.1002/JSFA.2740.

17. Vida G. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factors on the gluten index of winter durum wheat / G. Vida, L. Szunics, O. Veisz [et al.] // Euphytica. — 2014. — Vol. 197. — P. 61–71. — DOI: 10.1007/s10681-013-1052-6.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Agapkin A.M. K voprosu o sostoyanii rossiyskogo zernovogo rynka [On the state of the Russian grain market] / A.M. Agapkin, I.A. Makhotina // Mezhdunarodnaya torgovlya i torgovaya politika [International Trade and Trade Policy]. — Moscow : Nauka, 2021. — Vol. 7. — № 3(27). — P. 133–148. [in Russian]

2. Boradulina V.A. Vozmozhnosti uspeshnogo vozdelyvaniya ozimoy pshenitsy na Altaye [Opportunities for successful cultivation of winter wheat in Altai] / V.A. Boradulina, G.M. Musalitin. — St. Petersburg : Azbuka, 2020. — P. 24–30. [in Russian]

3. Kopus M.M. Ekspress-metody otsenki selekcionnogo materiala pshenitsy po kachestvu zerna [Express methods for evaluating wheat breeding material by grain quality] / M.M. Kopus, V.P. Netsvetaev, E.M. Kopus // NTP: zemledeliye i rasteniyevodstvo [STP: Agriculture and Crop Production]. — 2010. — № 1. — P. 19–22. [in Russian]

4. McDermott E.E. Small-scale tests of breadmaking quality / E.E. McDermott, D.G. Redman // Flour Milling and Baking Research Association. — 1977. — Vol. 6. — P. 200–213.

5. Vasilchuk N.S. Otsenka prochnosti kleykoviny v protsesse selektsii tverdoy pshenitsy (*T. durum Desf.*) [Evaluation of gluten strength in the process of durum wheat breeding (*T. durum Desf.*)] / N.S. Vasilchuk, S.N. Gaponov, L.V. Eremenko et al. // Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka [Agricultural Bulletin of the South-East]. — 2009. — № 3. — P. 34–40. [in Russian]

6. Leshchenko M.A. Vzaimosvyaz' pokazatelya SDS-sedimentatsii s osnovnymi priznakami kachestva zerna myagkoy ozimoy pshenitsy [The relationship of the SDS-sedimentation indicator with the main grain quality traits of soft winter wheat] / M.A. Leshchenko // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex]. — Moscow : Kolos, 2015. — № 1. — P. 20–23. [in Russian]

7. Quick J.S. A rapid test for estimating durum wheat gluten quality / J.S. Quick, B.J. Donnelly // Crop Science. — 1980. — Vol. 20. — P. 816–818.

8. Bebyakin V.M. Effektivnost' DSN-sedimentatsionnoy i miksograficheskoy otsenok pri testirovanii kachestva zerna yarovoy tverdoy pshenitsy [The effectiveness of DSN-sedimentation and mixographic evaluations in testing the grain quality of spring durum wheat] / V.M. Bebyakin, M.V. Buntina, N.S. Vasilchuk // Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki [Bulletin of Agricultural Science]. — 1987. — № 7(370). — P. 65–71. [in Russian]

9. Rozova M.A. Otsenka genofona yarovoy tverdoy pshenitsy po pokazatelyu SDS-sedimentatsii [Evaluation of the gene pool of spring durum wheat by the SDS-sedimentation indicator] / M.A. Rozova, N.V. Barysheva, A.I. Ziborov [et al.] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex]. — 2022. — Vol. 36. — № 6. — P. 17–23. — DOI: 10.53859/02352451_2022_36_6_17. [in Russian]

10. Samofalova N.E. Ispol'zovaniye metoda SDS-sedimentatsii v otsenke iskhodnogo materiala tverdoy ozimoy pshenitsy na kachestvo [Use of the SDS-sedimentation method in evaluating the initial material of durum winter wheat for quality] / N.E. Samofalova, M.A. Leshchenko, A.P. Samofalov et al. // Zernovoye khozyaystvo Rossii [Grain Economy of Russia]. — St. Petersburg : VIR, 2014. — № 4. — P. 25–31. [in Russian]

11. Malchikov P.N. Adekvatnost' otsenki kachestva kleykoviny tverdoy pshenitsy v sootvetstvii s parametrami, reglamentirovannymi GOSTom [Adequacy of gluten quality assessment of durum wheat in accordance with the parameters regulated by GOST] / P.N. Malchikov, E.N. Shabolkina, M.G. Myasnikova et al. // Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury [Legumes and Cereals]. — 2019. — № 2(30). — P. 118–124. [in Russian]

12. Kulevatova T.B. Otsenka kachestva zerna sortov yarovoy myagkoy pshenitsy metodom sedimentatsii [Assessment of grain quality of spring soft wheat varieties by the sedimentation method] / T.B. Kulevatova, G.A. Beketova, L.N. Zlobina [et al.] // Zernobobovyye i krupyanyye kul'tury [Legumes and Cereals]. — 2024. — № 4(52). — P. 163–170. — DOI: 10.24412/2309-348X-2024-4-163-170. [in Russian]

13. Dremucheva G.F. Real'naya informativnost' metodov otsenki khlebopekarnykh svoystv pshenichnoy muki [The real informativeness of methods for assessing the baking properties of wheat flour] / G.F. Dremucheva // Khlebopecheniye Rossii [Bakery of Russia]. — St. Petersburg : VIR, 2012. — № 5. — P. 18–21. [in Russian]

 © Авторы статьи / Authors of the article

14. SDS-sedimentatsiya v poetapnoy otsenke selekcionnogo materiala ozimoy pshenitsy po kachestvu zerna [SDS-sedimentation in the stepwise evaluation of winter wheat breeding material by grain quality]. — Rostov-on-Don : Kniga, 2014. — 32 p. [in Russian]

15. Cecchini C. Assessing the rheological properties of durum wheat semolina: A review / C. Cecchini, A. Bresciani, P. Menesatti [et al.] // Foods. — 2021. — Vol. 10. — № 12. — Art. 2947. — DOI: 10.3390/foods10122947.

16. Morris C.F. A critical examination of the sodium dodecyl sulfate (SDS) sedimentation test for wheat meals / C.F. Morris, B. Paszczynska, A.D. Bettge [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2007. — Vol. 87. — P. 607–615. — DOI: 10.1002/JSFA.2740.

17. Vida G. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factors on the gluten index of winter durum wheat / G. Vida, L. Szunics, O. Veisz [et al.] // Euphytica. — 2014. — Vol. 197. — P. 61–71. — DOI: 10.1007/s10681-013-1052-6.